STATION REGIONALE MIDI-PYRENEES
Association Loi 1901
52, Place Jean Moulin - BP 73 - 81603 GAILLAC Cedex
☎ 05.63.41.01.54. - Fax : 05.63.41.01.88.

JOURNEE TECHNIQUE REGIONALE

COMMENT MAITRISER L'ACIDITE

DU VIN

29 novembre 2001 - Toulouse

Actes du colloque

Intervenants :

- *Mr Blouin – Docteur Ingénieur – Oenologue – Bordeaux*
- *M. Garcia – Centre de Viticulture/Oenologie - Toulouse*
- *D. Maigre – Station Fédérale de Recherche de Changins - Suisse*
- *Th. Dufourcq – ITV France – Unité de Gaillac*
- *P. Taillandier – ENSIACET - Toulouse*
- *P. Strehaiano – ENSIACET – Toulouse*
- *A. Devatine – Sté Laffort & ENSIACET – Toulouse*
- *F. Davaux – ITV France – Unité de Gaillac*
- *E. Lordat – Sté Martin-Vialatte - Toulouse*

CONNAISSANCE ET MAITRISE DES ACIDITES DES MOUTS ET VINS

J. BLOUIN
Docteur-Ingénieur Oenologue – Bordeaux

CONNAISSANCE DES ACIDITES DES MOUTS ET VINS

Outre l'acidité totale et le pH , l'acidité des vins peut être caractérisée par leur pouvoir tampon, largement susceptible de participer à la sensation buccale d'acidité. Ces acidités doivent prendre en compte les formes ioniques des différents acides et bases, en fonction de leurs taux de dissociation selon le pH. Dans tous les cas, il faut prendre en compte l'activité ionique, elle-même fonction des formes ioniques et de complexes, récemment mis en évidence entre les ions tartriques, le potassium et le calcium. Ces calculs classiques sont numériquement complexes et ne peuvent pratiquement être réalisés que par un outil informatique adapté. MEXTAR® mis au point à la suite des thèses de V.GERBAUD (1996) et A. DEVATINE (2002) préparée dans le laboratoire de N.GABAS (UMR 5503 - CNRS – INPT Toulouse) permet d'exploiter complètement ces diverses notions à partir d'un minimum de déterminations analytiques souvent usuelles.

Par ailleurs, pour chaque acide du raisin puis des fermentations, on établit un « mini-modèle » décrivant son évolution "normale" et ses variantes connues, estimées ou supposées. Exemples : consommation de l'acide malique par les levures et les bactéries, formation des acides acétique, succinique…

Ces connaissances chimiques ouvrent la voie à une meilleure compréhension des multiples effets de l'acidité vis à vis des micro-organismes, de la couleur, des troubles et surtout des caractères sensoriels au travers de l'équilibre de base entre « sucré » et « acide + tannique », et ses adaptations aux différents types de vins.

L'acidité raisonnablement basse demeure un objectif général pour les grands vins ; une acidité plus élevée facilite la conservation en cas d'hygiène précaire; elle masque un peu le manque de charpente, elle donne de la fraîcheur aux vins blancs et rosés, elle « sèche » les fins de dégustations et diminue l'agrément global des vins.

BASES DES CORRECTIONS D'ACIDITE

Les évolutions d'acidité observées depuis 20-30 ans sont très variables selon les régions : les baisses sont souvent des évolutions vers des valeurs gustativement plus acceptables, largement expliquées par divers facteurs climatiques, viticoles et/ ou technologiques. Dans diverses situations il demeure utile de pouvoir corriger certains excès, notamment pour permettre la meilleure expression des autres caractéristiques des vins.

Suite aux travaux déjà cités, on peut désormais « modéliser » avec une bonne précision technique les acidités des vins stables, à partir de leur composition à tel moment, avec ou sans intervention volontaire, telles que fermentation malolactique, stabilisation au froid, correction d'acidité spécifique. Les mesures correctrices sont réduites au strict nécessaire, si leur nécessité est avérée.
Ces corrections sont encadrées par la réglementation CEE 822/87 (mise à jour au 1/02/99, article 21-23) définissant les techniques autorisées selon les zones climatiques.

PRATIQUE DE L'ACIDIFICATION

Le manque d'acidité fréquent, résultant d'un manque d'acides et/ou d'un excès de bases, doit d'abord être corrigé par des *pratiques viticoles* adaptées, allant de maîtrise de la fertilisation, de la vigueur, de l'alimentation en eau… et jusqu'à une révision profonde de l'encépagement et/ou des porte-greffes.
En toutes circonstances, la *date de récolte* a une influence décisive.

Diverses pratiques œnologiques traditionnelles ont une influence directe sur l'acidité finale et doivent être maîtrisées dans cette optique : *sulfitage*, *acidification fermentaire* renforcée par des Levures sèches actives (LSA) à pouvoir acidifiant, *oxydation du SO2 en sulfates*, *élimination du potassium excédentaire* par électrodialyse avec diminution de pH variable pouvant atteindre — 0,1 pH, soit une augmentation de 20 % de la quantité d'ions H+.
L'addition d'acide citrique, d'acide ascorbique ont un effet acidifiant limité.
Le blocage de la fermentation malolactique est évidement une protection de l'acidité cela va manifestement à l'encontre de l'évolution générale de la vinification des vins rouges de qualité. Le bon choix est plus diversifié pour les vins blancs (et rosés).

Dans beaucoup de situations, l'assemblage reste la méthode usuelle de maîtrise de l'acidité. Les différences de cépages, de terroirs, de dates de récolte, permettent le plus souvent d'obtenir un équilibre acide (et autre) optimal.

En France (et dans l'Union Européenne) l'acidification directe est strictement limitée à l'emploi de l'acide tartrique naturel (dextrogyre, D(+)) à l'exclusion d'acide tartrique racémique de synthèse (DL tartrique). Théoriquement,

l'addition d'1 g/l d'acide tartrique relève l'acidité de 0,65 g/l en H_2S0_4. Pratiquement le rendement est très variable, nettement plus faible.

PRATIQUE DE LA DESACIDIFICATION

L'ensemble des facteurs indiqués comme « responsables » des baisses d'acidité peut être exploité dans le but de maîtriser des acidités trop élevées. Dans tous les cas, une récolte à maturité suffisante reste indispensable à la qualité optimale, notamment par disparition des arômes végétaux. Il a été établi, sur Merlot et Cabernet-Sauvignon à Bordeaux, une étroite corrélation entre diminution des pyrazines et dérivés – responsables des saveurs « herbacées » - et diminution de l'acide malique, plus facile à doser.

Les LSA « désacidifiantes », métabolisant plus fortement l'acide malique et dites « démaliquantes », les levures *Schyzosaccharomyces* ont la propriété de transformer l'acide malique en alcool et CO_2, entraînant ainsi une baisse d'acidité de 0.74 g H_2SO_4 /g d'acide malique consommé. Leur mise en œuvre progresse mais demeure délicate et encore limitée. La fermentation malo-lactique est aujourd'hui la méthode générale de désacidification biologique. Elle est presque universelle pour les vins rouges de France, et du monde ; elle est obligatoire pour de très nombreux VQPRD, Vins de Pays. Sa mise en œuvre est plus variable pour les vins blancs (et rosés). En situations difficiles, les nouvelles bactéries lactiques commerciales permettent des ensemencements de bonne fiabilité.

La réglementation autorise l'utilisation du carbonate de calcium et du bicarbonate de potassium. Théoriquement 1,5 g/l de H_2T (soit 20 méq/l ou environ 1 g/l H_2S0_4) sont neutralisés par 1 g de $CaCO_3$ ou 1 g de $KHCO_3$. Le rendement pratique peut être plus faible. L'efficacité dépend du produit utilisé et de ses conditions d'emploi, le rendement mesuré peut aller de 25 à 165 %.

- **La désacidification équilibrée**

A pH élevé, après une addition importante de $CaC0_3$, il y précipitation de malates de calciuml seul ou en combinaison avec le tartrate de calcium. On utilise alors les expressions de "désacidification par sels doubles", "double désacidification". Nous préférons utiliser l'expression proposée en 1969 de "Désacidification équilibrée". Cette technique nous a donné des résultats empiriques intéressants sur divers moûts riches en acide malique destinés à la production de vins blancs, secs ou liquoreux, pour lesquels on ne souhaite pas la fermentation malolactique qui modifie trop leurs caractères organoleptiques traditionnels.

Une thèse en cours (A.DEVATINE- ENSIGC CNRS Toulouse) a déterminé, pour la première fois, la structure des sels de calcium en jeu. Le malate de calcium, très soluble, n'intervient pas. La désacidification se fait par précipitation de tartro-malate de calcium ; sa structure cristalline a été déterminée, pour la première fois. Ces études devraient permettre de mieux réguler les précipitations des différents sels de calcium impliqués dans les désacidifications et optimiser la mise en œuvre des « sels doubles de calcium des acides L(+) tartrique et L (-) malique » autorisés par les règlements CEE 822-823/87 et actuellement mal connus.

CORRIGER L'ACIDITE OU NON ?

En écartant les préoccupations mercantiles de certains propagandistes de tel ou tel produit ou technique, la seule question importante est la suivante :

- Le vin dégusté sera-t-il, ou non, *meilleur a*près correction d'acidité ?
- L'acidité obtenue spontanément, calculée par les moyens actuellement disponibles, est-elle ou non optimale, pour chaque vin fini ?
- L'acidification ne doit en aucune manière être un palliatif de une viticulture laxiste, à une hygiène défaillante, un « aviveur » de couleur pour vins tuilés ou « bleutés ».
- La désacidification n'a pas à corriger les rendements excessifs, les cépages inadaptés, les maturités insuffisantes.
- La maîtrise de l'acidité commence au vignoble, dès le choix du porte-greffe adapté au sol, se poursuit par la date de récolte et par les conditions normales de vinification, élevage.
- Si nécessaire, et dans les circonstances autorisées, elle doit être pratiquée naturellement, finement ajustée avec un œil sur le bulletin d'analyse et le palais en alerte. Il faut simplement retrouver cet équilibre optimal dont les conditions naturelles nous éloignent parfois un peu trop. Elle doit être (comme toute autre pratique œnologique) un élément supplémentaire de qualité globale.

INCIDENCE DU MODE D'ENTRETIEN DU SOL SUR L'ACIDITE DU MOUT ET DU VIN

D. MAIGRE
Station Fédérale de Recherche en production végétale de Changins – Suisse
Tél. 41.22.363.44.44.

Depuis 1976, des recherches sur l'entretien du sol en viticulture ont été entreprises à la Station fédérale de recherche en production végétale de Changins. L'étude a surtout été axée sur la comparaison entre le sol nu (non culture), et l'enherbement permanent de tous les interlignes ; l'influence de la fumure azotée a également été prise en compte. L'enherbement permanent était à base de graminées (fétuque rouge et paturins). L'expérimentation a été mise en place sur les cépages les plus cultivés en Suisse, c'est-à-dire le Chasselas, le Pinot Noir et le Gamay. La vinification de la vendange des variantes expérimentales a permis d'étudier différents paramètres, dont l'acidité, non seulement au niveau des moûts, mais également au niveau des vins. Les essais ont été conduits sur des sites dont les caractéristiques pédoclimatiques étaient différentes, aussi bien au niveau des sols, des températures que des précipitations (600 à 1100 mm de moyenne annuelle).

ENHERBEMENT ET COMPORTEMENT GENERAL DE LA VIGNE

Par la concurrence qu'il peut occasionner à la vigne, l'enherbement permanent de tous les interlignes modifie en général sensiblement le comportement végétatif de la vigne. Outre les effets bénéfiques au niveau du sol (érosion, compaction, matière organique), l'enherbement permanent peut également apporter certains avantages sur le plan agronomique : gestion du niveau de rendement et de l'expression végétative, réduction des attaques de pourriture et de dessèchement de la rafle. C'est d'ailleurs pour ces différentes raisons que cette technique s'est fortement développée dans certains vignobles. Par ailleurs, une réduction parfois importante de l'alimentation azotée de la plante et de la teneur en azote des feuilles est en général constatée dans les vignes enherbées. La surface foliaire totale de ces dernières est toujours inférieure à celle des vignes en sol nu, ce qui influence en général également la surface foliaire exposée. La modification de la surface foliaire se répercute non seulement sur le potentiel photosynthétique de la plante, mais également sur le microclimat lumineux et thermique de la zone des grappes, par augmentation de la porosité du feuillage et de l'ensoleillement direct des grappes. Or, l'on sait que la variation du microclimat des grappes (lumière, température) peut influencer certaines propriétés du moût et du vin, comme l'acidité ou les propriétés aromatiques.

ENHERBEMENT ET ACIDITE DU MOUT

L'enherbement permanent entraîne généralement une diminution de rendement ; l'effet du rendement sur la qualité est maintenant assez bien connu. Dans nos essais, afin que les résultats analytiques et organoleptiques soient comparables, une régulation de la charge a été réalisée en cherchant à obtenir un niveau de rendement équivalent dans les différentes variantes expérimentales.

La présence d'enherbement permanent induit généralement une diminution de l'acidité totale des moûts alors que le pH est comparable ou inférieur à celui des parcelles en sol nu. La diminution de l'acidité totale, est essentiellement provoquée par la réduction de l'acide malique. L'influence est naturellement d'autant plus marquée que la concurrence de l'enherbement permanent est élevée. La fumure azotée peut également jouer un rôle important sur le niveau d'acidité, en particulier sur celui de l'acide malique. En effet, en sol nu, une forte fumure azotée induit en principe une forte expression végétative, et une augmentation du taux d'acide malique. En sol enherbé, pour tous les interlignes en revanche, l'effet peut être différent selonles situations et les conditions météorologiques de l'année, lorsque la fumure azotée est épandue sur toute la surface ; dans certaines situations, la fumure azotée permet d'améliorer la nutrition azotée de la vigne et de la couverture herbeuse. Le but est alors atteint. Dans d'autres cas, la fumure azotée ne profite qu'à l'enherbement permanent, ce qui provoque une augmentation de sa croissance et, par voie de conséquence, également de la concurrence pour la vigne. La fumure azotée peut alors, paradoxalement, être à l'origine d'une baisse indirecte de l'acide malique. Pour éviter ce phénomène et mieux valoriser l'azote, la localisation des apports dans la zone désherbée sous le rang donne de bons résultats.

ENHERBEMENT ET ACIDITE DES VINS

Dans le cas d'une vinification sans fermentation malolactique, l'influence des pratiques culturales sur le taux d'acide malique sera un des facteurs déterminants pour le niveau de l'acidité finale des vins. Lors de vinifications avec fermentation malolactique comme c'est le cas en général pour le Chasselas en Suisse, l'importance de ce facteur est relativisée par la dégradation de l'acide malique.

Dans les essais d'enherbement permanent, il est fréquent de constater une inversion entre les valeurs en moût et les valeurs en vin pour l'acidité totale, c'est-à-dire que l'acidité des vins issus de parcelles enherbées et supérieure à celle des parcelles en sol nu. La raison principale de cette inversion est due, à part la dégradation de l'acide malique, à une présence plus importante d'acide tartrique dans ces vins. En général, les moûts des procédés enherbés sont moins riches en potassium que les moûts des variantes en sol nu. Durant la vinification, la solubilité des sels de l'acide tartrique diminue avec l'augmentation du taux d'alcool. Après la fermentation malolactique, le vin est refroidi à basse

température. Cette opération provoque la précipitation de bitartrate de potassium en sursaturation, la diminution de l'acide tartrique étant proportionnelle à la teneur en potassium du moût.

Il est donc souvent difficile en expérimentation de tirer des conclusions sur le paramètre acidité, et bien d'autres d'ailleurs, si l'on ne procède pas à la vinification de la vendange de manière à pouvoir également analyser et juger le produit fini.

ENHERBEMENT ET QUALITE ORGANOLEPTIQUE DES VINS

L'enherbement permanent ne modifie pas la qualité des vins qu'au niveau de l'acidité. En effet, nous avons montré dans nos essais qu'une concurrence excessive de l'enherbement pouvait induire une dégradation importante de la qualité organoleptique des vins blancs : nez fermé ou parfois réduit, diminution ou disparition de la typicité du cépage, augmentation de l'amertume et de l'astringence au palais. Pour les cépages rouges l'effet paraît globalement moins négatif que pour les vins blancs ; sur les vins, les observations suivantes ont été faites : nez fermé et diminution de la typicité du cépage, augmentation de la couleur et de l'intensité tannique, tannins plus secs et durs. Ces constatations ont été faites pour des rendements comparables (niveau de récolte réglé par vendange verte).

Pour en savoir plus

MAIGRE D., 1996. Comportement viticole et physiologique de la vigne soumise à différents modes d'entretien du sol. Observations sur Chasselas en 1993. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***28****, 303-312*

MAIGRE D., 2000. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. 3. Comportement physiologique et microclimat des grappes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***32****, 335-339*

MAIGRE D., 2001. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur cv. Gamay dans le Valais central. 3. Microclimat lumineux et thermique des grappes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***33****, sous presse.*

MAIGRE D., **AERNY J**., 1996. Influence des pratiques viticoles sur la fermentation et la qualité du vin. *Revue Française d'Oenologie* ***159****, 46-51*

MAIGRE D., **AERNY J**., 2000a. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***32****, 145-151*

MAIGRE D., **AERNY J**., 2000b. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. 2. Résultats analytiques et organoleptiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***32****, 279-285*

MAIGRE D., **AERNY J**., 2001a. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur cv. Gamay dans le Valais central. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***33****, 145-150*

MAIGRE D., **AERNY J**., 2001b. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur cv. Gamay dans le Valais central. 2. Résultats analytiques et organoleptiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***33****, 199-204*

MAIGRE D., **AERNY J**., **MURISIER F**., 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas : influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***27****, 237-251*

MAIGRE D., **MURISIER F**., 1992. Essai d'entretien d'un sol viticole dans une région à faible pluviosité. Un bilan après 16 ans d'expérimentation en Valais. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***24****, 271-278*

SPRING JL., 2001. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* ***24****, 271-278*

INFLUENCE DES TECHNIQUES VITICOLES SUR L'EQUILIBRE ACIDO-BASIQUE DES MOUTS

Th. DUFOURCQ
ITV France – Unité de Gaillac (en poste au Domaine de Mons – Gers)
05.62.68.30.39.

L'équilibre acide du moût de raisin à la récolte est dépendant de la qualité de la vendange. Il conditionne en partie l'acidité du vin à venir. Celle-ci assurera sa stabilité, sa couleur et son appréciation gustative : trop acide, le vin sera agressif, insuffisamment, il sera lourd, sans fraîcheur.

De très nombreux auteurs ont étudié les facteurs agronomiques de l'acidité des moûts et des vins. Les trois constituants principaux de l'équilibre sont deux acides organiques, l'acide tartrique et l'acide malique et un cation minéral le potassium. Leur accumulation dans les fruits n'est pas constante. Elle évolue en fonction du déroulement de la maturation, des aptitudes génétiques du matériel végétal et des caractéristiques du milieu, modifiées de surcroît par les techniques culturales.

La part de l'intervention de l'homme sur le milieu au travers des techniques culturales peut se classer en trois thèmes : la maîtrise de la vigueur, le rapport surface foliaire-poids de fruits et le microclimat des feuilles et des fruits.

ASPECT PHYSIOLOGIQUE DE L'ACIDITE

De nombreuses études ont montré que l'on retrouve des acides organiques dans tous les tissus de la vigne, à l'exception du système racinaire. L'acide tartrique (TH_2) et l'acide malique (MH_2) représente entre 70 et 90% de cette fraction. Malgré des ressemblances chimiques, l'acide tartrique (HOOC-CHOH-CHOH-COOH) et l'acide malique (HOOC-CHOH-CH_2-COOH) utilisent des voies de synthèse métabolique et d'accumulation différentes dans la feuille et dans la baie.

Le TH_2 est présent dans un petit nombre de plantes (dont la vigne).

Sa biosynthèse n'est pas complètement connue. Elle se produit dans tous les organes jeunes, feuilles et baies, lors de la multiplication cellulaire. Il s'accumule puis est très peu métabolisé par la suite. Le niveau de TH_2 retrouvé est relativement constant si on considère sa quantité par baie.
Les conditions d'une accumulation importante de TH_2 ne sont pas bien connues. On accorde cependant un rôle majeur à la migration de « masse » (suite à une pluie) par rapport aux influences du milieu (pas d'effet de la température) ou des pratiques culturales (vigueur importante).

L'MH_2 est un intermédiaire actif dans le métabolisme respiratoire. L'MH_2 agit comme vecteur énergétique. En s'accumulant dans les zones de production d'énergie (les chloroplastes à la lumière), il peut transiter dans des zones moins riches et fournir de l'énergie en différé. C'est dans les feuilles adultes et dans les baies avant maturation que les conditions optimales de synthèse sont réunies. La synthèse d'MH_2 est stimulée par la vigueur de la plante, et par l'abondance de potassium.
La dégradation de l'MH_2 est généralement assurée par l'enzyme malique en formant du pyruvate. Cette réaction est très sensible à l'élévation de température, par augmentation des besoins énergétiques. Il y a alors stimulation des systèmes enzymatiques de dégradation (fournisseur d'énergie) au détriment des systèmes de synthèse.
On peut noter également qu'à partir du pyruvate, une voie métabolique peut conduire à la synthèse d'hexose : la gluconéogénèse. Cette voie n'est, cependant, pas considérée comme la source essentielle de sucres dans les baies.

LES INDICATEURS POUR CARACTERISER L'ACIDITE DES MOUTS

1 - L'acidité de titration (acidité totale)

Elle représente la quantité d'acides organiques contenue dans les baies, elle ne tient pas compte de la fraction des différents acides présents. Elle s'exprime en général en g/l de H_2SO_4, en g/l d'acide tartrique, en méq/l[(*)].

Composés	Masse Molaire (en g/mol)	Valence	Concentration (en g/l)	Concentration (en meq/l)
Acide tartrique	150	2	1	13.3
Acide malique	134	2	1	14.9
Acide sulfurique	98	2	1	20.4
potassium	39.1	1	1	25.6

Tableau n°1 : relation entre la concentration exprimée en g/l et en méq/l

(*) méq/l : millième du poids moléculaire d'un corps rapporté à sa valence (nombre de ces fonctions acides).

2 - La concentration des principaux acides (TH_2, MH_2)

Elle s'exprime en g/l ou de façon plus rigoureuse en méq/l (tableau n°1).

3 - Le rapport TH_2/MH_2 (sans unité)

4 - Le pH

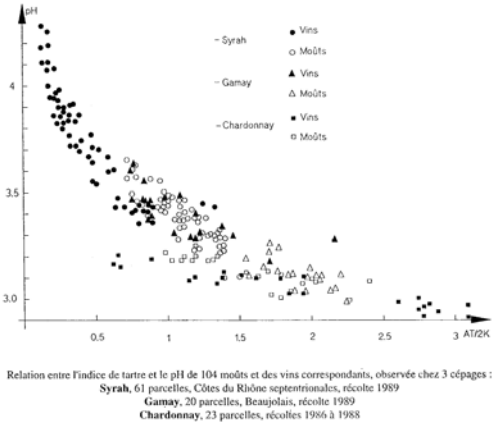
Il représente l'acidité réelle (concentration en ion H^+) en tenant compte de la force de chacun des acides et de leur fraction salifiée. Il n'est que partiellement représentatif du pH du vin qui en résultera.

5 - La concentration en potassium du moût

Elle s'exprime en g/l ou en meq/l.

6 - L'indice de tartre : $IT = TH_2/2K$

C'est un critère d'appréciation du potentiel d'acidité de la vendange. Il est corrélé avec le pH. Plus l'indice sera élevé plus le vin sera acide (figure n°1).



Relation entre l'indice de tartre et le pH de 104 moûts et des vins correspondants, observée chez 3 cépages :
Syrah, 61 parcelles, Côtes du Rhône septentrionales, récolte 1989
Gamay, 20 parcelles, Beaujolais, récolte 1989
Chardonnay, 23 parcelles, récoltes 1986 à 1988

Figure n°1 : relation entre l'indice de tartre et le pH des vins (d'après Champagnol, 1994)

MAITRISE DE LA VIGUEUR ET ACIDITE DES MOUTS

Dans cette partie seront présentés quelques exemples des critères de maîtrise de vigueur, illustrés par des résultats expérimentaux conduits pour l'essentiel en Midi-Pyrénées.

1 - Rôle de la fertilisation potassique

Le potassium (K) joue un rôle important pour la vigne. Il intervient dans la régulation du pH cellulaire (salification des acides), dans la synthèse et la migration des sucres vers les organes d'accumulation, dans la gestion de l'eau au niveau racinaire (favorise l'absorption) et au niveau foliaire (régulation du fonctionnement des stomates), dans l'activation des systèmes enzymatiques.
L'acidité des moûts dépend du degré de neutralisation des acides par le K (cation cellulaire dominant).
Le niveau de nutrition potassique peut être un facteur important de l'acidité si on compare une parcelle carencée et une parcelle en surnutrition (tableau 2). Pour des niveaux moyens d'apport, l'influence du K est plus limitée.

Fertilisation (kg K_2O/ha/an)	K pétioles (% MS)	K baies (% MS)	K moûts (g/l)	pH moûts	K vins (g/l)	pH vins
0	0.40	1.34	1.11	3.06	0.83	3.39
60	2.18	1.89	1.52	3.13	0.94	3.41
120	3.57	2.19	1.70	3.19	1.12	3.65

Tableau n°2 : influence de la fertilisation sur les teneurs en potassium des pétioles, baies, moûts et vins de Cabernet Sauvignon (source : Delas, 2000).

Il est à noter que lors de la vinification, la phase de macération favorise la diffusion dans le milieu du potassium, entraînant la chute des acides tartriques par précipitation, et donc l'augmentation des pH des vins.

2 - Choix du porte-greffe et acidité des moûts

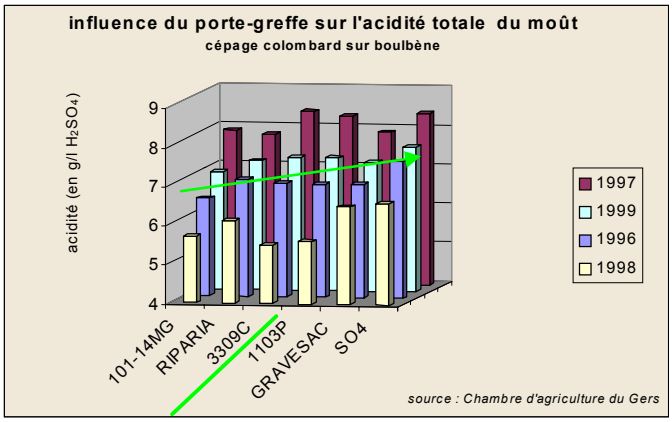
Le porte –greffe est un outil essentiel de la gestion de la vigueur. En fonction des caractéristiques des sols (composition, structure), le choix du porte-greffe conditionnera la qualité des moûts par la vigueur qu'il conférera au plant de *vinifera* (tableau 4) mais également par ses capacités d'adaptation aux conditions du milieu (pH du sol, calcaire actif, contrainte hydrique, éléments minéraux) (tableau n°3) (figure n°2).

Assimilation du K	Porte-greffe
Bonne	Fercal, 44-53, 99R, 110R
Moyenne	SO4, 1103P, 5BB, 161-49, Gravesac
faible	Riparia, 41B, 3309, 420A, 140Ru, G1

Tableau n°3 : niveau d'assimilation du potassium par différents porte-greffes (source : Delas, 2000)

faible	◄		►	forte
Riparia	101-14MG, 44-53M, 3309C,420A, 161-49C	Gravesac, 41B, Fercal	SO4,110R	196-17Cl, 1103P, 5BB, 140Ru, 99R

Tableau n°4 : vigueur conférée au greffon par différents porte-greffes (source : Van Leeuwen, Roby, 2001)



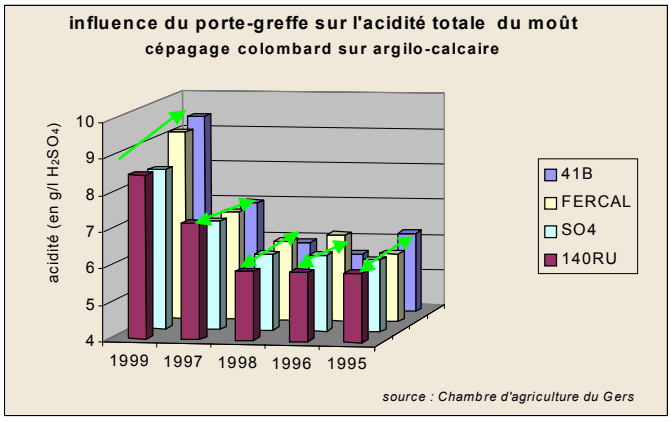


Figure n°2 : influence de différents porte-greffes sur l'acidité des moûts de Colombard à la récolte (source : Chambre d'Agriculture du Gers)

3 - Influence du sol sur la composition des moûts

Une expérimentation est menée en Côtes de Gascogne par l'ITV Midi-Pyrénées sur le cépage colombard afin d'étudier ses potentialités aromatiques. Sur six unités agro-pédologiques distinctes, le cépage est conduit en techniques culturales maîtrisées (rendement, rapport feuille/fruit, entretien du sol et fertilisation). On peut, sur trois millésimes (1999 à 2001), observer l'évolution de l'acidité des moûts, les deux principaux paramètres influants étant le sol et le climat (figure n°3).

L'alimentation hydrique est peu limitante sur les sols de type boulbène (Boulb1 à Boulb3), conférant aux souches une vigueur importante ; cela se traduit par des niveaux de concentration en acide malique plus importants et des rapports TH_2/MH_2 inférieurs à 1. Elle est limitante sur les sols argilo-calcaires (Terf1,Terf2 et Peyrus), les rapports TH_2/MH_2 sont, en moyenne, supérieurs à 1.

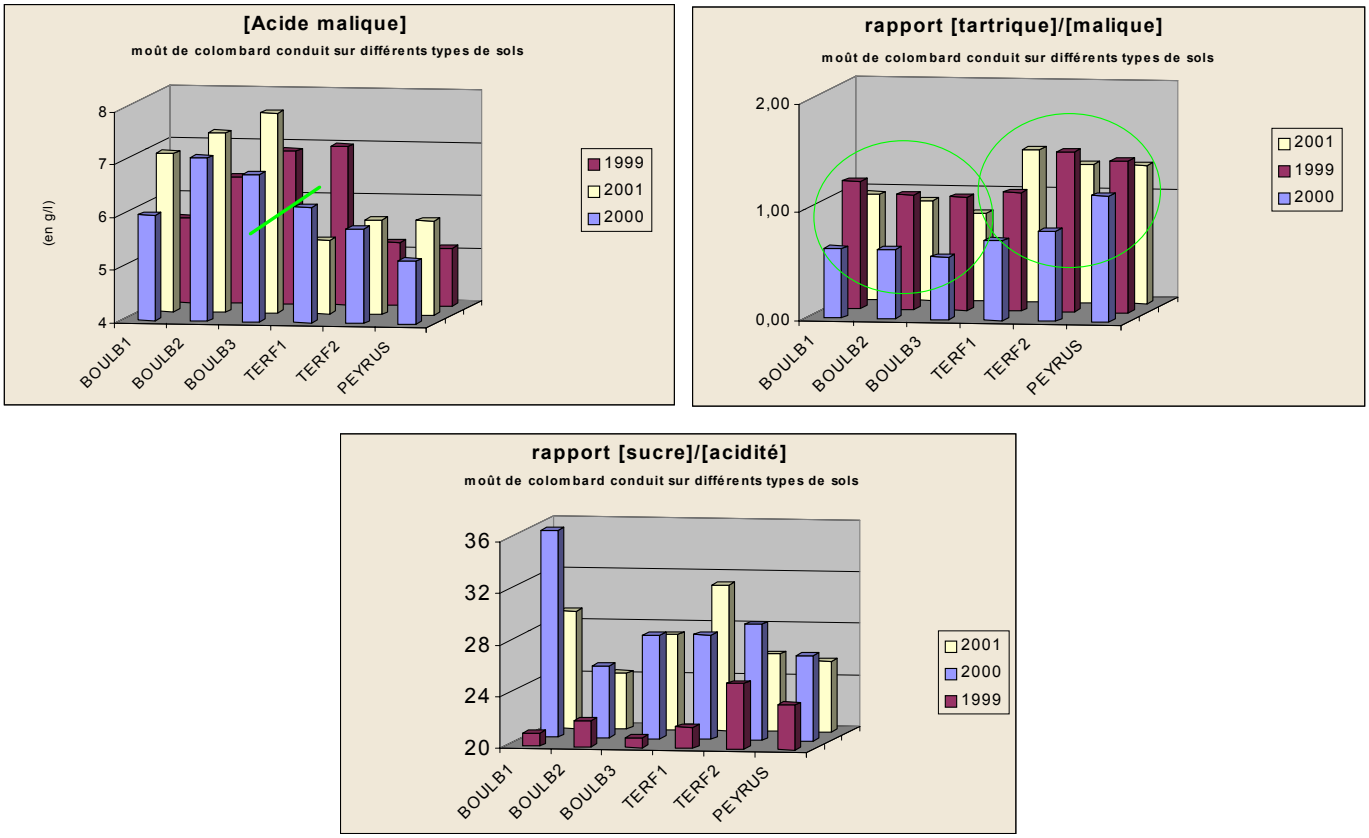


Figure n°3 : concentration en acide malique, rapport ac. Tartrique sur ac. Malique, indice de maturité de moûts de colombard conduit sur différentes unités agro-pédologiques du Gers.(source : ITV France unité de Gaillac).

RAPPORT SURFACE FOLIAIRE SUR POIDS DE RECOLTE

De nombreux travaux ont montré l'intérêt de cet indice dans la mise en évidence d'une vendange de qualité (relation entre le degré potentiel des moûts et l'indice SECV/PR(*)). Une expérimentation est conduite en Midi-Pyrénées par l'ITV, avec pour objectif la détermination d'un indice optimal en fonction des cépages (Côt, Colombard, Négrette et Duras) et de l'alimentation hydrique du sol sur lequel ils sont implantés.

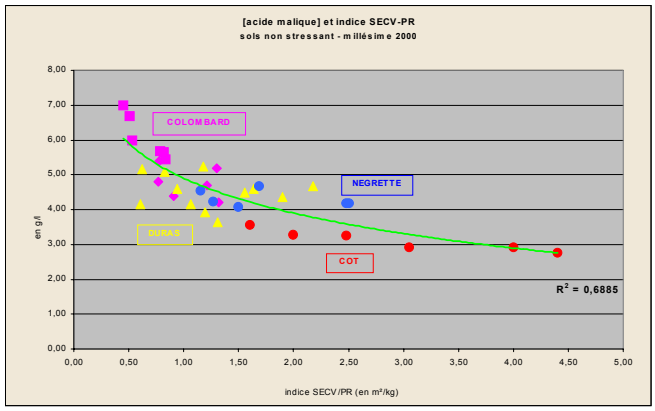


Figure n°4 : évolution du taux d'acide malique des moûts en fonction de l'indice SECV/PR ; cépageS Cot, Colombard, Négrette, Duras (source ITV France – Unité de Gaillac)

Si on considère, le millésime 2000 sur sol sans déficit hydrique où la vigueur est normalement importante (taux d4 MH_2 plus élevé), on peut noter une tendance à la chute du taux d'MH_2 lorsque l'indice augmente ; elle reste cependant à confirmer (figure n°4). Les premiers résultats mettent en évidence une bonne corrélation entre les taux de MH_2, et les valeurs de l'indice SECV/PR. L'acide malique chute lorsque l'indice augmente.

(*) *SECV : surface externe du couvert végétal (en m²/m² de sol) ; PR : poids de récolte (en kg/m² de sol)*

MICROCLIMAT DES FEUILLES ET DES FRUITS : EFFETS DE L'EFFEUILLAGE

L'ITV a conduit en Midi-Pyrénées des expérimentations sur la pratique de l'effeuillage de 1996 à 1999 ; les cépages étudiés étaient le Cot, le Colombard, le Duras et la Négrette. En synthétisant les données obtenues au cours de cette étude, sur moût à la vendange, on observe que la pratique de l'effeuillage influence significativement l'acidité des jus (figure n°5). Par rapport à un témoin non effeuillé, les résultats les plus significatifs sont obtenus principalement lors d'effeuillage aux stades nouaison et fermeture de grappe. On note des diminutions de 18 à 25% de l'acidité totale des moûts. Les pH obtenus sont supérieurs aux témoins pour les deux modalités. Cette étude a montré que le degré potentiel des moûts était très faiblement affecté par cette pratique. L'amélioration du microclimat des grappes (aération, exposition) modifie le comportement de la plante, on le retrouve dans les indicateurs technologiques de la vendange.

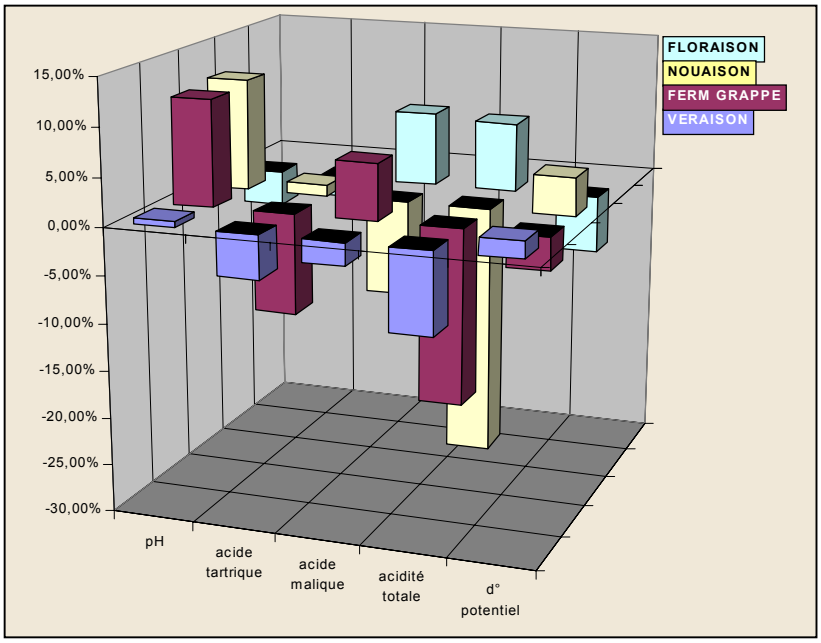


Figure n°5 : influence de la date d'effeuillage sur les caractéristiques acides de moûts de raisins ; pourcentage d'écart par rapport aux mesures réalisées sur témoin non effeuillé ; cépages Colombard, Cot, Duras et Négrette ; millésimes 96 à 99 (source ITV France unité de Gaillac)

CONCLUSION

La mesure de l'acidité est une indication majeure des caractéristiques qualitatives des moûts à la vendange. Son expression est soumise à l'influence, complexe, de différents composés en interaction. On peut agir sur le paramètre acidité au travers des différentes techniques viticoles à notre disposition, par l'implantation adapté de matériel végétal, une conduite raisonnée des pratiques culturales, l'optimisation du rapport feuille/fruit, l'amélioration du microclimat des baies.

Bibliographie

✓ **Ouvrages :**

CHAMPAGNOL, F., 1984. Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. *Champagnol Ed., Montpellier*

DELAS, J., 2000. Fertilisation de la vigne. *Ed. Féret, Bordeaux*

✓ **CDRom :**

ACTIVITES ET TRAVAUX, 2001. *Ed. Station Régionale ITV Midi-Pyrénées*

✓ **Articles :**

CHAMPAGNOL, F., 1994. Facteurs agronomiques de l'acidité des moûts et des vins. *Progr. Agric. Vitic., 111, pp 469-481*

ETOURNEAUD, F., 1996. Rôle du potassium parmi les paramètres conditionnant l'acidité des vins. *Institut International de la Potasse, 47 p*

RUFFNER, H.P., 1982. Metabolism of tartaric and malic acids in Vitis : *a review part A. Vitis, 21, pp 247-259*

Ruffner, H.P., 1982. Metabolism of tartaric and malic acids in Vitis : *a review part B. Vitis, 21, pp 346-358*

Van Leeuwen,**C., Roby, JP.**, 2001. Choix du porte-greffe. J. *Int. Sci. Vigne Vin. Un raisin de qualité : de la vigne à la cuve, Hors série, pp 61-66*

INCIDENCE DE LA SOUCHE DE LEVURE SUR L'ACIDITE DU VIN

P. TAILLANDIER – F. RAMON-PORTUGAL – P. STREHAIANO
LGC-UMR CNRS 5503, INP-ENSIACET – Toulouse

En Œnologie l'acidité d'un moût de raisin ou d'un vin est évaluée par la mesure de l'acidité totale exprimée en équivalent de gramme d'acide sulfurique par litre. Les différents composés qui contribuent à l'acidité totale sont les acides organiques initialement présents dans le moût de raisin (malique, tartrique et citrique) et ceux formés par les fermentations (succinique, lactique et acétique pour les principaux). Pour favoriser ou diminuer l'acidité à la fin de la fermentation alcoolique, il faut atteindre un équilibre entre ces différents composés qui évoluent pendant la vinification. On trouve sur le marché des levures qui sont supposées modifier l'acidité du moût de raisin ; elles sont de deux types : les premières appelées levures démaliquantes qui sont capables de consommer l'acide malique et des levures dites de préservation de l'acidité qui sont des souches consommant peu de malate. Ce travail présente les résultats de recherches menées sur cinq souches de *Saccharomyces cerevisiae* produites et commercialisées par la société Lallemand, deux d'entre elles sont du 1° type (432 et AC-), les trois autres du 2° (FA_1, 1033 et 1636). L'objectif de cette étude était de mesurer l'incidence réelle de ces levures sur l'acidité finale du vin.

Dans une 1ère partie du travail les souches ont été cultivées sur milieu synthétique dans différentes conditions initiales de pH et d'acidité malique. Cette procédure permet de s'affranchir de l'influence des autres paramètres variant dans la composition du moût de raisin. Une analyse des différents substrats et produits a été réalisée pour tenter d'expliquer leur contribution respective à l'acidité en fin de fermentation alcoolique. La figure 1 montre la quantité d'acide malique consommée pour les cinq souches testées aux trois pH et aux deux concentrations initiales en acide malique.

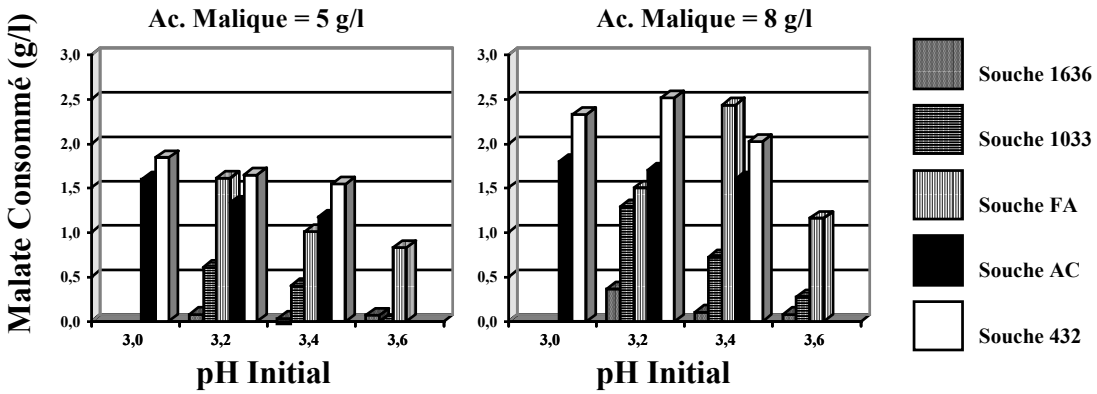


Figure 1 : Consommation en acide malique en fonction du pH initial et la concentration initiale en malate

De façon générale, on observe que la diminution du pH favorise la consommation d'acide malique et que cette dernière augmente avec la quantité d'acide initialement présente dans le milieu de culture. La même souche ne se comportera donc pas de la même façon sur différents moûts en fonction de leurs caractéristiques. En ce qui concerne les productions des acides organiques en cours de fermentation (données non montrées), il ne semble pas qu'il y ait de règle générale dictant l'influence de la concentration initiale en acide malique et du pH en début de culture sur les teneurs finales de ces acides (acétique, lactique et succinique) quelle que soit la souche étudiée. Enfin, lors de cette étude sur milieu synthétique, une analyse des profils d'évolution des pH en cours de culture a été menée. Elle a montré que la variation de pH par rapport au pH initial n'est pas directement proportionnelle à la quantité d'acide malique consommée. Pour estimer l'acidité finale du milieu, il faut prendre en compte l'ensemble des acides organiques produits en cours de fermentation.

Dans une 2ème partie du travail les données obtenues sur milieu modèle ont été comparées à celles issues de vinifications réelles. Pour cela des vinifications de 1995 et 1996 (66 essais provenant de différents sites ITV de France) ont été analysées dont notamment la quantité d'acide malique réellement consommée pour les mêmes souches. A partir des données obtenues sur milieu synthétique, un modèle prédisant la quantité de malate consommée en fonction des valeurs initiales du pH et d'acide malique a pu être élaboré pour chaque souche (exemple pour la souche 1033 sur la figure 2). Ce modèle a été appliqué aux paramètres des essais de vinification afin de calculer la valeur théorique de la consommation de malate. Si on compare, sur la figure 3, pour toutes les souches la valeur réelle et la valeur théorique calculée par le modèle (moyenne de tous les essais), on constate que, hormis pour la souche

FA1, le modèle issu des données du milieu synthétique permet d'estimer correctement la quantité qui sera consommée sur moût de raisin en vinification.

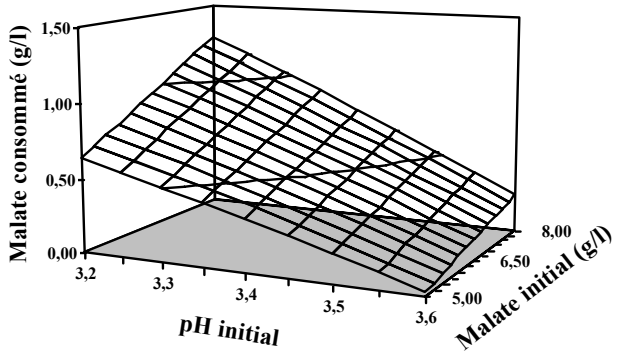


Figure 2. Surface de réponse de la quantité de malate consommée en fonction du pH initial et de la concentration initiale en acide malique pour la souche 1033

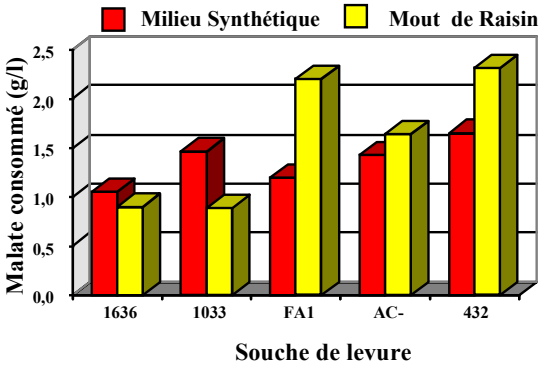


Figure 3. Comparaison des consommations d'acide malique estimées d'après le milieu synthétique et mesurées sur moût de raisin pour les différentes souches.

De plus, en écartant les valeurs trop éloignées de la moyenne, la même classification de la capacité démalicante des souches que sur milieu synthétique a été retrouvée (432 > AC- > FA_1> 1033 > 1636).

Par ailleurs, il a été montré que comme sur milieu synthétique la consommation d'acide malique n'est pas un indicateur suffisant de la variation du pH entre début et fin de culture : il faut prendre en compte l'ensemble des acides organiques produits pour estimer l'acidité finale. Ainsi les souches dites de préservation d'acidité donnent lieu à des variations très faibles de pH entre le début et la fin de la fermentation alors qu'elles peuvent consommer des quantités importantes d'acide malique. Ceci s'explique par le fait qu'elle produisent d'autres acides (succinique pour la 1636 et lactique pour la FA1). Les souches dites démaliquantes (AC- et 432) pour des dégradations d'acide malique parfois du même ordre d'intensité permettent d'obtenir des pH finaux plus élevés.

NOUVELLES UTILISATIONS DES LEVURES SCHIZOSACCHAROMYCES ENCAPSULEES POUR LA DESACIDIFICATION DES MOUTS DE RAISIN

P. STREHAIANO – P. TAILLANDIER
ENSIACET, LGC-UMR CNRS 5503 – Toulouse
F. RAMON-PORTUGAL – S. DA SILVA
Proenol Lda, VN de Gaia – Portugal

Les levures du genre *Schizosaccharomyces* isolées pour la première fois sur une bière de millet, ont également été mises en évidence dans des milieux tels que les jus de raisin et les vins. Les oenologues les ont d'abord considérées comme des micro-organismes néfastes avant que certains d'entre eux ne s'intéressent à leur utilisation possible pour la maîtrise de l'acidité des moûts.

A l'heure actuelle, cependant, le débat sur leur utilisation reste ouvert et l'analyse bibliographique met en effet en évidence des conclusions très divergentes, tant sur les mécanismes intimes de l'utilisation de l'acide malique, que sur les effets sur les caractères organoleptiques des vins obtenus.

De notre point de vue, ces divergences s'expliquent principalement par la grande variabilité observée d'une souche à l'autre, et le clone isolé et proposé par l'ICV n'a jamais conduit, dans de bonnes conditions de mise en oeuvre, à la synthèse de caractères déplaisants.

Ces levures se caractérisent par quelques particularités remarquables :

- forte résistance à des teneurs élevées en sucre
- optimum thermique de croissance élevé (35-37°C) et bonne tolérance aux basses températures
- exceptionnelle résistance aux antiseptiques usuels en oenologie (anhydride sulfureux, acide sorbique)
- pouvoir alcoogène comparable à celui des *Saccharomyces*
- aptitude à dégrader l'acide malique en éthanol, à un niveau élevé (comparativement à *Saccharomyces*)
- seule levure à se multiplier par scissiparité

Quelques une de ces particularités justifient la méfiance des oenologues, ces levures pouvant dans certains cas, se comporter comme des agents de contamination dont il peut être difficile de se débarrasser...

Par contre leur aptitude à utiliser l'acide malique peut s'avérer intéressante et être mise à profit. Par rapport aux bactéries de la classique FML, ces levures présentent les avantages suivants :

- désacidification plus poussée (l'acide malique est dégradé en éthanol et non en acide lactique)
- adaptation facile au milieu « vin » : résistance à l'anhydride sulfureux, tolérance aux pH acides, moindres exigences nutritives

Les travaux que nous avons conduits au laboratoire, ont d'abord eu pour objectif de bien caractériser le comportement de la souche « ICV » dans les conditions de la vinification. Nous avons ainsi établi :

- que la consommation d'acide malique est possible sans utilisation simultanée de sucre
- que la consommation de l'acide malique est possible par une population en phase stationnaire
- qu'un développement important de ces levures pendant la phase de fermentation alcoolique induit des caractéristiques organoleptiques désagréables
- que la concurrence avec *Saccharomyces* est à l'avantage de cette dernière

De là, il devenait donc possible de définir un mode d'emploi de ces levures qui valorise les aspects positifs sans par ailleurs induire de risque de perte de qualité :

- en cellules libres, par l'ensemencement après débourbage avec des *Schizossacharomyces* et ensemencement massif pour *Saccharomyces* lorsque la chute d'acidité est jugée suffisante
- en cellules incluses, par l'immersion de *Schizossacharomyces* immobilisées dans le moût et le retrait de ces cellules, lorsque la chute d'acidité est jugée suffisante

L'un ou l'autre de ces protocoles donne des résultats positifs, comme nous avons pu le prouver sur un certain nombre de sites industriels de vinification. Cependant, le développement de l'utilisation de ces levures se heurtait dans le premier cas, à la disponibilité de la levure (elle n'existe pas sous forme de LSA, et la préparation des levains est un travail délicat à conduire en cave), à la fabrication et à la conservation des billes contenant les levures incluses dans le second cas.

Le partenariat avec la Société Proenol, a permis de mettre au point un procédé industriel de production de levures *Schizossacharomyces* incluses en billes d'alginate multicouches, ainsi qu'un procédé de séchage de ces billes, qui autorise leur conservation (donc leur transport) sans perte d'activité pendant plusieurs mois.

Ces billes ont été utilisées depuis deux ans sur différents sites de vinification en France et au Portugal principalement, tant sur des moûts blancs que sur des moûts rouges : la maîtrise de la désacidification a toujours été parfaitement contrôlée et les analyses sensorielles réalisées n'ont jamais mis en évidence de déviation organoleptique.

Pour conclure, en quelques chiffres :

- une quantité de billes équivalent à 4 millions de cellules/ml peut désacidifier un moût avec une vitesse de 0.2 g/l/h à 20°C (soit 4 grammes d'acide malique consommés en 20 heures à 20°C)
- les billes ont pu être conservées pendant 20 mois après l'encapsulation sans perte d'activité
- la réhydratation des billes, leur mise en place dans les moûts, et leur retrait après leur action nécessite environ 3 heures de main d'oeuvre, et ne demande pas de compétence ou de précautions particulières (au contraire de la préparation de levains)

DESACIDIFICATION DES VINS PAR PRECIPITATIONS DES SELS DE L'ACIDE MALIQUE

A. DEVATINE
Chargée de Recherche pour la Sté Laffort-Oenologie – Bordeaux
N. GABAS
Laboratoire de Génie Chimique (UMR 5503) – ENSIACET-INPT/UPS – Toulouse

De nos jours, la désacidification des vins pose encore quelques problèmes. En effet, il est facile de précipiter l'acide tartrique sous forme de tartrate de calcium ou de bitartrate de potassium. En revanche, il est moins aisé d'éliminer l'acide malique qui possède de moins bonnes propriétés gustatives, et une stabilité microbiologique plus faible que l'acide tartrique.

Nous nous sommes donc intéressés à la cristallisation de l'acide malique sous forme de sels de calcium. La méthode dite « au sel double » (WÜRDIG & KIELHÖFER, 1963 a et b ; HAUSHOFER, 1972 ; VIALATTE, 1982 et 1987), la plus répandue actuellement, utilise le carbonate de calcium comme agent désacidifiant. Elle permet de précipiter autant d'acide malique que d'acide tartrique sous forme de tartromalate de calcium. L'opération de désacidification, effectuée sur une partie aliquote de vin à traiter, et dans des conditions de pH précises, ne donne pas complètement satisfaction en présence d'un fort excès d'acide malique par rapport à l'acide tartrique. L'objectif de ce travail est de mettre au point un procédé de désacidification efficace pour tout type de vin. Il s'agit donc de déterminer la composition optimale de la poudre désacidifiante qui dépend des caractéristiques analytiques du vin à traiter et de définir les meilleures conditions opératoires.

Dans un premier temps, nous avons entrepris d'identifier les différentes espèces susceptibles de cristalliser lors du procédé, et les conditions de leur formation (DEVATINE et al., 2001). Nous avons ensuite mené des études de désacidification, à l'échelle du laboratoire (réacteur d'un litre mécaniquement agité), sur des solutions modèles de vin et sur des vins. Nous avons enfin mis en oeuvre des essais à l'échelle semi-industrielle.

La diffraction des rayons X, sur des monocristaux ou des poudres, a permis l'identification de cinq sels de l'acide malique susceptibles de se former en solution aqueuse ou hydroalcoolique : le malate de calcium dihydraté (Mca, $2H_2O$, le malate de calcium trihydraté (Mca, $3H_2O$), le dihydrogénomalate de calcium hexahydraté ($(MH)_2Ca$, $6H_2O$) et deux polymorphes du tartromalate de calcium octahydraté ($TMCa_2$), $8H_2O$). La cinétique de formation des malates de calcium dépend de la sursaturation et de la nature du solvant. La figure n°1 résume les domaines d'existence de ces différentes espèces chimiques.

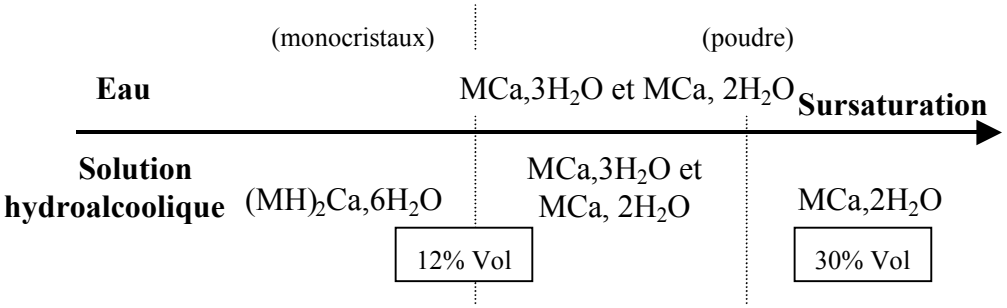


Fig. 1. Domaines d'existence des malates de calcium en fonction de la sursaturation

Dans des conditions de forte sursaturation, la précipitation du MCa, $2H_2O$ est cependant favorisée par rapport à celle du MCa, $3H_2O$. La structure cristalline du trihydrate, inconnue jusqu'à présent, a été résolue par diffraction des rayons X sur un monocristal ; elle donne accès au diagramme de poudre théorique de cette phase nécessaire à son identification dans les dépôts solides. Il faut noter qu'une des molécules d'eau est moins fortement liée à l'ion malate que les deux autres. Ceci est confirmé par une analyse thermogravimétrique : une déshydratation partielle conduisant au dihydrate intervient en effet dès 70°C. En atmosphère saturée d'humidité, la phase stable à température ambiante est $(MH)_2Ca$, $6H_2O$. Suivant les conditions de cristallisation, on obtient deux tartromalates de calcium ayant le même degré d'hydratation : à forte sursaturation, les cristaux formés sont aciculaires alors que par recristallisation lente ils constituent des amas de plaquettes allongées.

Les premières expériences ont été réalisées à partir de solutions modèles de vins tamponnées à pH 9. Ce pH basique a été choisi car il est propice à la formation des sels contenant l'ion malate M^{2-}. Les paramètres opératoires étudiés sont : la température (entre 0 et 30°C) et la composition de la solution (degré alcoolique, concentrations en acides malique et tartrique et en acétate de calcium). Nous avons observé qu'à 20°C, le $TMCa_2$ précipite seul ou accompagné de tartrate de calcium, Tca, selon les teneurs en acides tartrique et malique. S'il y a une compétition entre ces deux précipitations, l'ajout de germes de $TMCa_2$ favorise la cristallisation du sel double. A 0°C, le malate de calcium précipite également, mais avec une vitesse lente et grâce à la présence de germes de $TMCa_2$. D'autre part, des expériences réalisées avec des solutions de degré alcoolique variable (compris entre 0 et 14%) ont montré que la précipitation des sels de calcium

est d'autant plus importante que le degré alcoolique est plus élevé ; il est donc préférable de désacidifier un vin plutôt qu'un moût. Des essais supplémentaires ont permis de définir la quantité optimale de calcium à introduire.

Les conditions opératoires optimales, déduites de cette première série d'essais, ont été expérimentées sur des vins blancs contenant un fort excès d'acide malique. A titre d'exemple, la figure n°2 représente les évolutions du pH du vin et de la concentration en acide malique au cours de l'opération. Il faut remarquer que, bien que le vin ait été versé rapidement dans le réacteur contenant la poudre, le pH du vin passe rapidement au-dessus de 4,5. La concentration en acide malique chute sensiblement et atteint un minimum de 0.7 g/l, ce qui correspond à l'élimination de 87% de MH_2. La valeur finale de la concentration en MH_2 est similaire à celle obtenue en solution modèle.

La mise en oeuvre de ces essais à grande échelle a donné les résultats escomptés. Le protocole opératoire, relativement simple, nécessite l'utilisation oenologique de base (cuve réfrigérée et agitée, filtre sur plaques,...).

Nous sommes donc en mesure, suite à cette étude, de mener une opération de désacidification d'un vin jusqu'à une acidité totale ou un pH désiré. De façon plus générale, ces travaux constituent une avancée dans le domaine de la maîtrise de l'acidité des vins.

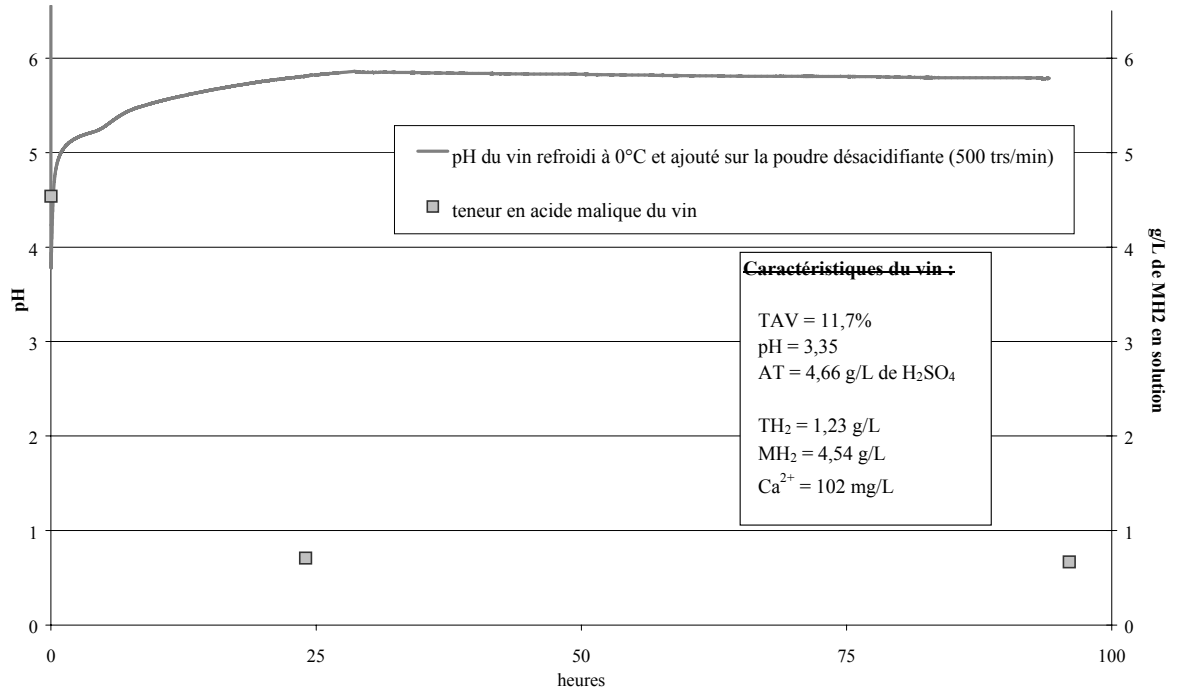


Figure n°2 : Evolution du pH et de la teneur en MH_2 au cours du temps

Bibliographie

WÜRDIG G. et KIELHOFER E., *Deutsche Weinbau, 24, 1041-1044, 1963 a*
WÜRDIG G. et KIELHOFER E., *Wein und Rebe, 1022-1028, 1963 b*
HAUSHOFER H., La désacidification des moûts et des vins par formation de sels doubles, *Connaissance de la Vigne et du Vin, 373-397, 1972*
VIALATTE C., La désacidification des moûts et des vins par formation de sels doubles de tartromalate de calcium – Procédé Dicalcic, *Revue Française d'Oenologie, 87, 37-42, 1982*
VIALATTE C., Désacidification par formation de sels doubles, *Revue Française d'Oenologie, 107, 16-20, 1987*
DEVATINE A., GABAS N., CANSELIER JP., COSTESEQUE P., CRACHEREAU JC., Obtention et caractérisation de malates de calcium par précipitation en solution hydroalcoolique, *Récents Progrès en Génie des Procédés « Science et Technologie des Poudres », 15, 231-236, 2001*

L'ACIDITE DU MOUT AU VIN : d'autres alternatives à l'acidification par l'acide tartrique

F. Davaux
ITV France – Unité de Gaillac
Tél. 05.63.41.01.54.

L'acidité du vin constitue une de ses caractéristiques de base, tant sur le plan analytique que sensoriel. Elle conditionne le déroulement de la fermentation malo-lactique (FML), la conservation, le pouvoir antiseptique de l'anhydride sulfureux, la clarification du vin. Tout au long de la chaîne d'élaboration, les paramètres Acidité Totale et pH sont les indicateurs de « l'état de santé » du produit, de son équilibre.

Des niveaux d'acidité faibles, et des pH élevés, peuvent avoir des effets néfastes plus importants sur les vins rouges que sur les vins blancs.

Dès la fermentation alcoolique et la cuvaison, plus le pH est élevé, plus la FML s'enclenche rapidement, avec des risques de déviations lactiques. La seule solution est alors le décuvage, faisant très souvent perdre le potentiel polyphénolique des pellicules du fait de la séparation des parties liquide-solide.

La technique la plus courante pour corriger une acidité déficitaire est l'ajout d'acide tartrique. Encadrée réglementairement, elle repose encore sur un grand empirisme et sa mise en œuvre se fait par test au laboratoire.

D'autres techniques existent pour acidifier les moûts et les vins. Elles sont utilisées plus ou moins, selon les pays, et la réglementation en vigueur.

Sur ce thème, un groupe de travail national a été constitué en 1994, afin d'acquérir des références précises sur tous les travaux relatifs à l'acidité d'un vin.

Nous présenterons les principaux résultats sur les pistes suivantes, alternatives à l'acidification par acide tartrique :

- optimisation de l'acide tartrique
- acidification par d'autres acides organiques
- utilisation de résines échangeuses d'ions
- préservation de l'acidité malique par FML partielle

MAITRISE DE L'ACIDITE FML PARTIELLE

La fermentation malolactique (FML) permet la transformation de l'acide malique en acide lactique. Cette dégradation s'accompagne en règle générale d'une baisse d'acidité totale conséquente (entre 1 et 3 g/l H_2SO_4 selon les millésimes, comme l'observait Leglise (1)), et d'une élévation du pH de 0.15 à 0.30 unité (Champagnol (2)).

Sur certains produits, il est possible d'envisager un déroulement partiel de la FML, afin de préserver une acidité intéressante. Cependant, la technique d'assemblage entre deux lots d'un même vin, dont un a subi la FML et l'autre non, est plus aisée pour mettre en œuvre cette pratique.

Nous avons étudié un protocole expérimental sur cépage Négrette, traditionnellement connu pour sa faible acidité et son pH élevé, dans le cas de l'élaboration d'un vin rosé de Fronton.

A partir d'un même vin, en fin de fermentation alcoolique, une partie a été soutirée, sulfitée et mise au froid, en absence de FML (notée lot 0 % FML). Une deuxième partie a subi la FML, puis soutirée, sulfitée (notée : 100 % FML).

Des assemblages successifs sont réalisés de la manière suivante :

- FML 25 % : assemblage équivalent à la dégradation de 25 % de l'acide malique, soit 75 % de lot 0 % FML et 25 % de lot 100 % FML
- FML 50 % : assemblage équivalent à la dégradation de la moitié de l'acide malique, soit 50 % de lot 0 % FML, et 50 % de lot 100 % FML
- FML 75 % : assemblage équivalent à la dégradation de 75 % de l'acide malique initial, soit 25 % de lot 0 % FML et 75 % de lot 100 % FML

Nous constatons dans tous les cas une variation parfaitement linéaire, pour les deux critères considérés. Sur un plan analytique, cette voie permet donc facilement d'ajuster l'acidité au niveau souhaité.

Au niveau organoleptique, un jury-expert de professionnels de l'Appellation Fronton a classé les lots 0 % FML et FML 25 % comme meilleurs ; les lots FML 50 %, FML 75 % et FML 100 % étant systématiquement rejetés car trop peu acides, manquant de fraîcheur et de vivacité.
Cette pratique est désormais devenue courante dans l'appellation, où elle s'applique surtout aux vins rosés « de printemps », pour lesquels les risques microbiologiques sont faibles, associés à une bonne hygiène vinaire et une

consommation rapide du produit. L'emploi du lysosyme peut alors s'avérer très intéressant, pour minimiser encore les risques de FML intempestive en bouteilles, tout en réduisant les doses de SO_2.

D'AUTRES OPTIMISATIONS DE L'ACIDITE PAR ACIDE TARTRIQUE

L'acidification courante repose sur l'usage de l'acide tartrique seul. Les travaux qui ont été présentés essayent de positionner le stade opportun de l'acidification, et la dose. Or, cet acide faible ne permet pas, dans tous les cas, la réduction du pH du vin au niveau souhaité.

Le vin possède en effet un très fort pouvoir tampon, de telle sorte que même si l'acidité totale s'accroît, l'acidification n'a que de très faibles conséquences sur la valeur du pH.

Les travaux de *Gomez Benitez et al (3)*, relatent l'utilisation couplée du gypse ($CaSO_4 - 2H_2O$) à celle de l'acide tartrique. Celle-ci permet d'abaisser le pouvoir tampon du vin et l'alcalinité des cendres, afin d'accroître l'efficacité ultérieure de l'acidification.

Ces travaux ont été reproduits en Midi-Pyrénées, sur cépages Négrette et Duras des zones Fronton et Gaillac, en positionnant les ajouts à l'encuvage, selon le protocole suivant :

- ajout d'acide tartrique à 1,5 g/l : noté lot + 1,5 TH_2
- ajout de $CaSO_4$ à 2 g/l, puis 0,5 g/l d'acide tartrique : noté lot gypse + 0,5 TH_2
- ajout de $CaSO_4$ à 2 g/l, puis 1,5 g/l d'acide tartrique : noté lot gypse + 1,5 TH_2

Nous constatons un grand effet « booster » conféré à l'acide tartrique par l'utilisation du $CaSO_4$. L'emploi de 2 g/l de ce produit, a permis de diviser par trois la dose d'acide tartrique à employer pour atteindre un résultat équivalent.

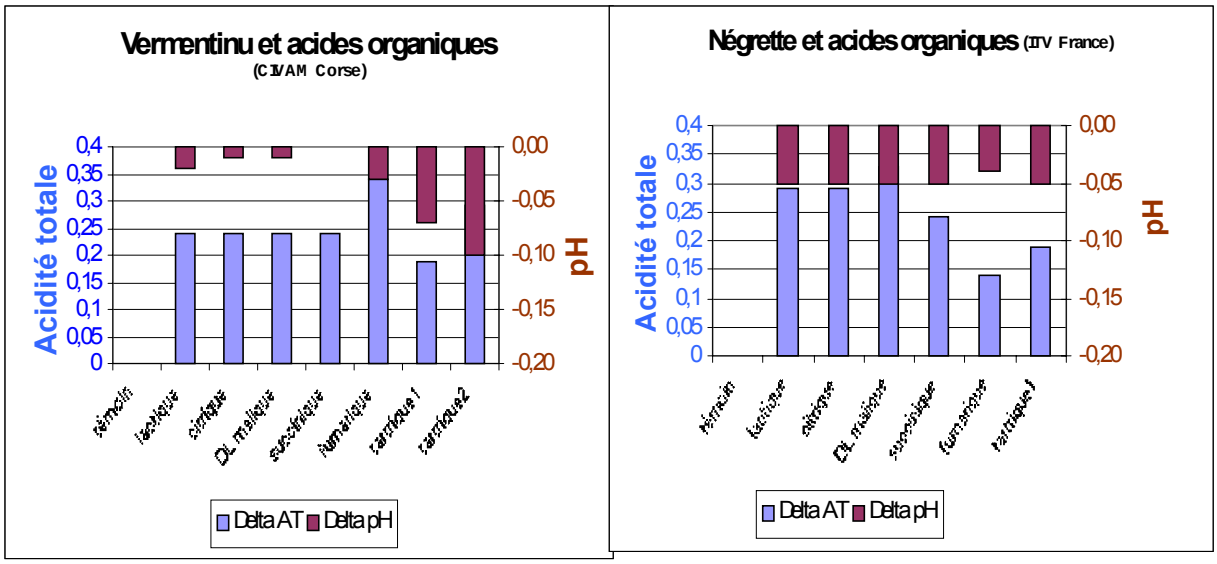
Le risque encouru avec cette pratique réside dans la cristallisation ultérieure de tartrate neutre de calcium, sel dont la solubilité est très basse et pour lequel les conditions de nucléation sont mal connues. Les mêmes résultats ont été obtenus en positionnant l'ajout de gypse et l'acidification après fermentation malolactique et avant passage au froid.

ACIDIFICATION PAR D'AUTRES ACIDES

La bibliographie (Rankine (4,5), Zoeckin (6), Usseglio-Tomasset (7)) rapporte de nombreux travaux sur l'utilisation d'acides secondaires pour corriger l'acidité des vins. Ces travaux ont tous été développés dans les nouveaux pays producteurs : Australie, Afrique du Sud, Nouvelle Zélande, Californie, pour lesquels la réglementation est beaucoup plus tolérante que la notre. La règle est simple : usage autorisé dès lors que le produit final voit ses qualités améliorées, dans le respect de la santé du consommateur.

Nous avons cherché à comparer l'efficacité du pouvoir acidifiant de ces différents acides sur un vin rouge de faible niveau d'acidité (Négrette – Essais ITV), et sur un vin blanc de Vermentinu (CIVAM Corse).

Les résultats des acidifications sont reportés sur les figures n°1 et 2.



Figures n° 1 et 2 : Variations de l'acidité totale (exprimée en g/l H_2SO_4) et du pH par rapport au vin témoin lors de l'acidification par acides organiques secondaires - Essais Groupe National Acidité 1998

La variation de pH est quasi nulle. Aux doses utilisées et sur les vins concernés, l'acidification par ces acides organiques ne provoque pas de variation de pH. L'incidence sur l'acidité totale est plus sensible et permet d'ajouter une pointe d'acidité.

En dégustation, aucune préférence ou rejet significatif au seuil de 5 % ne sont détectés. Toutefois, dans les deux cas, le lot acide tartrique est le plus apprécié.

L'utilisation des acides n'a pas induit de différences de couleur ni de défaut olfactif détectable.

Les acides organiques présentent à doses égale d'utilisation, des « forces acides » moins importantes que l'acide tartrique. Ils devront être utilisés pour pallier une légère déficience acide, ou bien à concentration plus élevée pour des effets analytiques plus significatifs. Toutefois, compte tenu des résultats obtenus et indépendamment de l'aspect réglementaire, ces techniques ne peuvent être mises en œuvre qu'après essais préalables en petit volume pour adapter doses et acides. Ceci tant du point de vue organoleptique qu'analytique.

Notons enfin que l'approche explicative proposée par le logiciel Mextar (issu des travaux conjoints de la Chambre d'agriculture de la Gironde et de l'Institut National Polytechnique de Toulouse-ENSIACET) permet de simuler l'équilibre acide obtenu dans le vin à partir de la connaissance de sa composition initiale. Il est alors possible de « prévoir » les paramètres acidimétriques du vin après acidification (ou aussi désacidification) et une fois la stabilité tartrique atteinte. Ce concept permet de guider les interventions sur l'acidité du vin, pour ne retenir expérimentalement que les pistes et/ou doses d'acides les plus pertinents.

UTILISATION DE RESINES ECHANGEUSES D'IONS

Acidifier peut vouloir dire rajouter des composés acides au vin, mais une alternative réside par l'élimination des composés basiques. Les résines échangeuses de cations peuvent contribuer à atteindre cet objectif.

Leur principe est simple : lors de son écoulement sur la résine, le vin échange son potassium contre des ions H+, provoquant son acidification immédiate.

Cette technique est utilisée sur les moûts concentrés rectifiés, et uniquement. La législation communautaire en interdit l'emploi à l'heure actuelle.

Une série d'essais a été réalisée à l'échelon expérimental (volume de 10 litres) à la Station Régionale ITV Midi-Pyrénées en 1994, sur une colonne remplie de 3 litres de résine cationique.

Les travaux ont porté sur cépages Négrette et Cabernet Franc en positionnant le traitement soit avant la fermentation alcoolique, soit après la FML avant passage au froid. Les résultats présentent ici ne rapportent que ce dernier essai.

Lors du traitement, l'Acidité Totale a été augmentée à 5.6 g/l H_2SO_4, le pH abaissé à 2.1. Après assemblage de 25 % de vin traité, les composantes analytiques sont les suivantes :

	AT (g/l H_2SO_4)	**pH**
AVANT DESIONISATION	2.62	4.01
DESIONISATION DE 25%	3.24	3.64

Tableau n°1 : Effet de la désionisation conduite sur vin fini après FML - Essais ITV Midi-Pyrénées 1994

Dans ce cas également, l'effet est très net. Le traitement de 25 % du volume permet une variation d'Acidité Totale de 0.6 g/l H_2SO_4. Ce procédé technologique doit donc être raisonné prudemment, par assemblages successifs pour déterminer la proportion de vin à traiter. Il est d'une très grande efficacité et simplicité de mise en œuvre sur vin fini.

La réglementation américaine autorise cette technique pour la stabilisation tartrique, avec des bornes sur les paramètres Acidité fixe et pH très souples.

CONCLUSIONS

De nombreuses alternatives ou pistes existent pour maîtriser le niveau d'acidité du vin :

1. l'emploi de nouveaux additifs, acides organiques du vin ou du raisin, gypses,... repose au préalable sur l'évolution de la réglementation. Leurs incidences sur les paramètres pH et Acidité Totale sont variables, et

leur mise en oeuvre ne peut s'envisager qu'avec test préalable. Aux doses utilisées et préconisées dans les nouveaux pays producteurs, pas ou peu de déviations organoleptiques sont mises en évidence.

2. Les résines échangeuses de cations ont démontré leur « redoutable » efficacité, grâce à l'élimination du potassium et à son échange avec des protons. Mais, la technique est à utiliser avec beaucoup de précaution, du fait de son caractère « excessif ». La régénération des résines n'a pas été étudiée.
3. Selon les produits à élaborer, le maintien d'acide malique, par FML incomplète via assemblage de lots ayant ou n'ayant pas réalisé cette étape, est une voie d'acidification « naturelle », et simple à mettre en oeuvre. Au-delà du seul aspect analytique, l'assemblage préalable en laboratoire permet d'atteindre précisément l'équilibre organoleptique recherché par le vinificateur.
4. Le vigneron dispose de plusieurs alternatives pour maîtriser l'acidité de son vin. La réglementation actuelle définit précisément les degrés de liberté, mais doit pouvoir évoluer vers plus de souplesse et de maîtrise. Notons enfin, la note interprétative 14/93/1999 du règlement européen CEE n°822/87, qui explicite la règle suivante : « l'acidification et l'enrichissement, sauf dérogation à décider cas par cas, ainsi que l'acidification et la désacidification d'un même produit, s'excluent mutuellement ».

Son auteur, R. Mildon, précise :

« Cependant, il résulte de l'article 1, paragraphe 2 de ce règlement que les raisins et les vins sont des produits différents. L'article 21, paragraphe 1, 2ème alinéa, précise que les raisins frais, le moût de raisin, le moût de raisin partiellement fermenté, le vin nouveau encore en fermentation sont des produits « autres que le vin ». Il est donc licite, au regard du paragraphe 3 de l'article 21, de pratiquer l'enrichissement en vue d'augmenter le titre alcoométrique naturel par les moyens prévus à l'article 19, pour les produits visés au paragraphe 1, lettre a) et b) de cet article, et ultérieurement d'acidifier le vin issu de la fermentation de ce produit, dans les conditions prévues à l'article 21.

Dans le cas où serait souhaité l'acidification, prévue à l'article 21, paragraphe 1, d'un moût enrichi conformément aux dispositions de l'article 19, paragraphe 1, une dérogation expresse comme prévue à l'article 21, paragraphe 3, reste prévue ».

Plus simplement, les travaux sur l'emploi de l'acide tartrique et son stade d'utilisation (résultats non présentés ici), montrent que :

- sur les critères analytiques, l'acidification à l'encuvage est moins efficace que celle réalisée en fin de fermentation alcoolique ou malolactique
- sur les critères sensoriels, l'acidification à forte dose en fin de fermentation malolactique est préjudiciable à la qualité finale du produit

et donc posent la nécessaire question de savoir si tous les moyens ont été mis en oeuvre pour prévenir une situation où l'acidification est la seule alternative envisageable (conduite de la vigne, date de récolte, traitement physique de la vendange,....).

En conséquences, l'œnologue doit mettre en oeuvre les moyens adéquats pour bien connaître les composantes acides de sa vendange. Cela passe nécessairement par le dosage des acides tartrique et malique, et du potassium, pour compléter la seule mesure du pH et de l'acidité totale.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Léglise M. : L'évolution des acidités et l'évolution de leurs connaissances. Revue des Œnologues
(2) Champagnol F. : L'acidité des moûts et des vins. Revue Française d'œnologie n°104 (1986)
(3) Gomez Benitez J., Grandal Delgado M.M., Diez Martin J. : Study of the Acidification of sherry musts with gypsum and tartaric Acid. Am. J. Enol. Vitic., Vol 44, n°4 – 1993
(4) Rankine B.C. : Malic acid – a key acid in grappes and wines. Aust. Grapegrower Winemaker 313 : 14 (1990)
(5) Rankine B.C. : Succinic acid in wine – Aust. Grapegrower 266 : 17 (1986)
(6) Zoecklin B.W., Fugelsang K.C., Gump B.H., Nury F.S. : Wine analysis and production. Chapmann and Hall Enology Library, New-York (1995)
(7) Usseglio-Tomasset L. Osservazioni sulla désacidificazione et sull'acidificazione dei vini. Riv. Vitic. Enol., 36, 71 (1983)

LYSOZYME ET ACIDITE DES VINS

E. LORDAT
Martin Vialatte Oenologie – Toulouse
Tél./Fax : 05.61.14.02.73.

Le lysozyme est une enzyme extraite du blanc d'œuf, qui a la propriété de lyser les bactéries Gram +, en particulier les bactéries lactiques des vins. Testé depuis 1990 en oenologie en Italie et en France, le lysozyme a montré son intérêt pour la maîtrise de la flore lactique, sur différentes applications. Son efficacité peut être supérieure à celle du SO_2 dans certains cas (pH élevés), uniquement sur l'aspect antimicrobien (il n'a aucune action antioxydante). Le lysozyme est autorisé comme auxiliaire de vinification depuis octobre 2001.

Le lysozyme n'a pas d'impact direct sur l'acidité des vins ; par contre, il peut jouer un rôle, indirectement, de par ses propriétés principales :

1. **blocage de la fermentation malolactique sur les vins blancs ou rosés**

   Dans le cas de vins à pH élevés, le blocage de la fermentation malolactique, par l'utilisation de doses élevées de SO_2 notamment, est délicat voire difficile. Au contraire du SO_2, le lysozyme est plus actif à pH élevé. Il a été testé avec réussite, notamment sur des vins rosés dans le sud-ouest, empêchant le déclenchement de la FML, alors que le lot témoin a réalisé sa fermentation malolactique avant même la fin de la fermentation alcoolique (figure n°1). Le traitement au lysozyme a permis un maintien de l'acidité et des arômes fruités du vin. Le lysozyme a été utilisé à la dose de 20 g/hl, au moment du levurage, sans modifier le niveau de sulfitage. N'ayant pas une action rémanente, il est nécessaire de respecter ensuite les règles habituelles d'hygiène et de couverture en SO_2 au cours de l'élevage et de la mise en bouteilles.

2. **remplacement de l'acidification quand elle est recherchée dans le seul but d'éviter un déclenchement précoce de la fermentation malolactique (sous marc par exemple).**

3. **blocage de la piqûre lactique**

   Toujours dans les cas de vendanges peu acides, à pH élevés, les bactéries lactiques indigènes se multiplient rapidement en fin de fermentation alcoolique, consomment l'acide malique, puis s'attaquent aux sucres avec formation d'acides lactique et acétique. L'équilibre acide mais surtout aromatique et gustatif du vin est largement dégradé. Le SO_2 est peu efficace pour bloquer ce phénomène (à cause du pH élevé), au contraire du lysozyme. Utilisé dans ce cas à la dose de 25 g/hl, il permet de tuer pratiquement toutes les bactéries lactiques et de bloquer la montée d'acidité volatile (figure n°2).

Le lysozyme inhibe aussi partiellement les précipitations tartriques dans le cas des vins blancs traités sur moût. On retrouve dans ce cas un peu plus d'acide tartrique et de potassium, mais dans des proportions faibles et influençant peu l'acidité des vins.

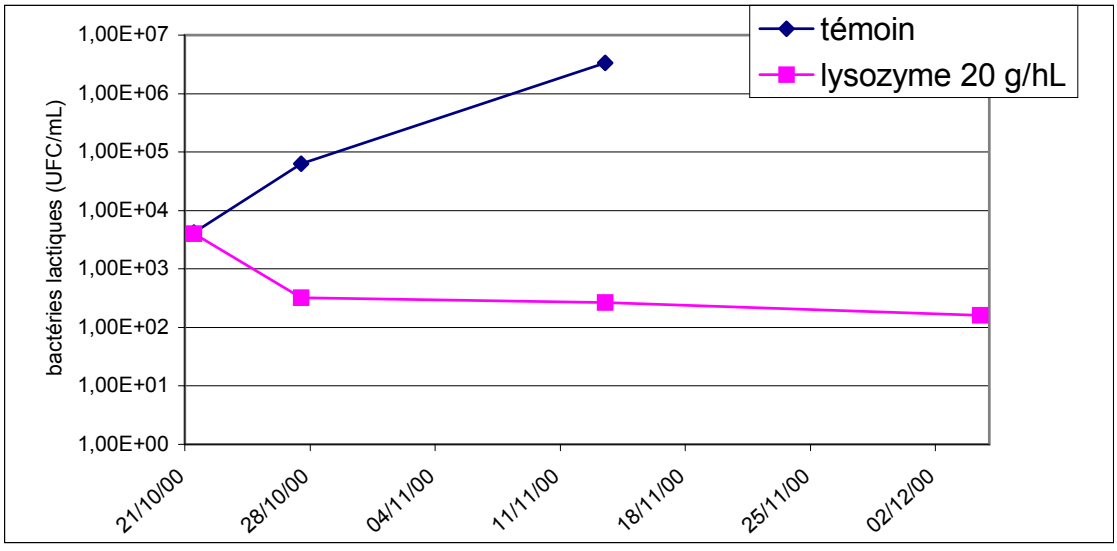


Figure n°1 : suivi des bactéries lactiques vivantes au cours de l'élaboration d'un VDP rosé

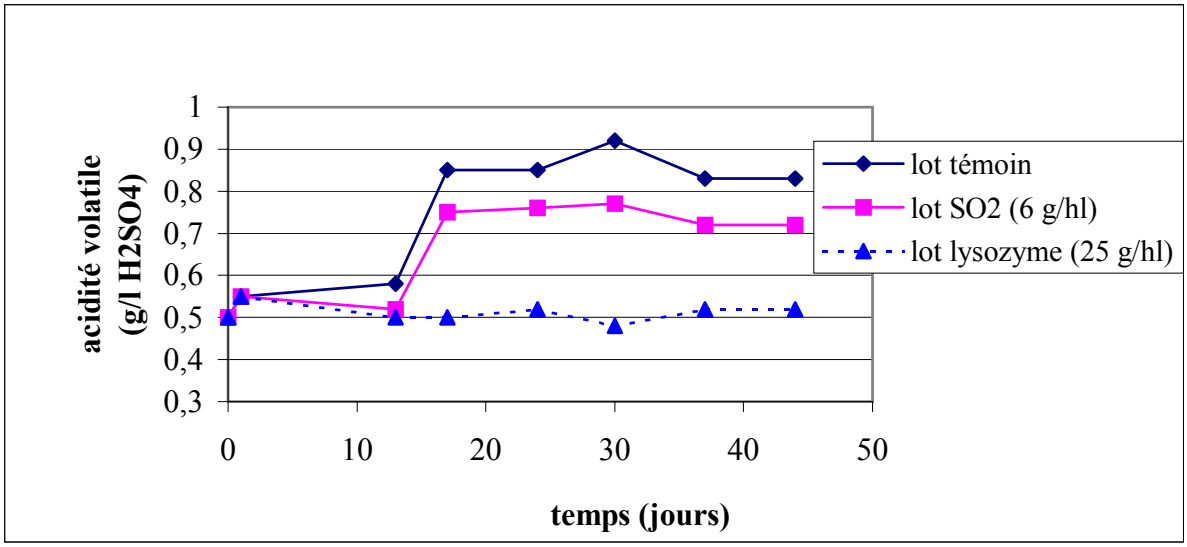


Figure n°2 : blocage de la piqûre lactique par le lysozyme sur un Crozes-Hermitage rouge